

WEST



Generate Collection

Print

L7: Entry 54 of 62

File: JPAB

May 6, 1998

PUB-NO: JP410113780A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10113780 A

TITLE: LASER BEAM MACHINE, LASER BEAM MACHINING METHOD AND DIFFRACTION GRATING

PUBN-DATE: May 6, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SHIBATA, HIROMASA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIKON CORP

APPL-NO: JP08270797

APPL-DATE: October 14, 1996

INT-CL (IPC): B23 K 26/00; B23 K 26/06; G02 B 5/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simply make an highly precise diffraction grating by optical ablation by inserting at least two masks or more into the optical path of a laser beam and irradiating the laser beam transmitted masks on the material to be machined.

SOLUTION: The laser beam having the wave length of $\leq 400\text{nm}$ emitted from a ultraviolet machining light source 1 is made incident on masks 5a, 5b via a condensing lens 4 after correcting its shape with a beam shaping optical system 2 and a beam flattening optical system 3. Mask 5a, 5b are formed by performing plural slit-like transmitting part onto the flat plate made of a shielding raw material, the transmitting part of two masks are held in parallel each other and the light transmitting part formed by superposing each transmitting part is controlled so as to be a prescribed width with a mask driving mechanism 6. The laser beam transmitted masks 5a, 5b is condensed in the prescribed zone of the material 9 to be machined with a projection lens 7. As the result of it, optical ablation is generated in the part of the material 9 to be machined irradiated with the laser beam, grooves corresponding to the light transmitting part are formed, whereby the desired diffraction grating is obtained.

COPYRIGHT: (C) 1998, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-113780

(43)公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51)IntCl⁸

識別記号

F I

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

G

26/06

26/06

J

G 0 2 B 5/18

G 0 2 B 5/18

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平8-270797

(22)出願日 平成8年(1996)10月14日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 柴田 浩匡

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

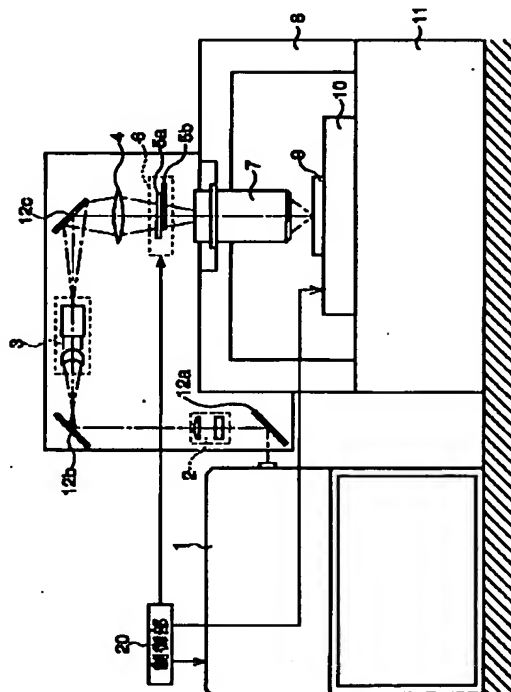
(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

(54)【発明の名称】 レーザ加工装置、レーザ加工方法、および、回折格子

(57)【要約】

【課題】 種々の回折格子を簡単にしかも迅速に作成する。

【解決手段】 紫外線加工光源1より射出された波長が400nm以下のレーザービームは、ビーム整形光学系2およびビーム平坦化光学系3によりビームの形状が補正された後、集光レンズ4を介してマスク5a、5bに入射される。マスク5a、5bは、遮光性の素材よりなる平板に複数のスリット状の透過部が穿孔されて形成されており、マスク駆動機構6は、2枚のマスクの透過部が相互に平行になる状態で保持し、それぞれの透過部が重畳されて形成される光透過部分が所定の幅となるように制御している。マスク5a、5bを透過したレーザービームは、投影レンズ7により被加工物9の所定の領域に集光される。その結果、被加工物9のレーザービームが照射された部分は、光アブレーションを生じ、前述の光透過部分に対応する溝が形成され、所望の回折格子を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザビームを被加工物に照射し、加工を行うレーザ加工装置において、波長が400nm以下のレーザビームを放出するレーザ光源と、

少なくとも2枚以上のマスクを前記レーザビームの光路中に挿入した状態で把持する把持手段と、

前記マスクを透過した前記レーザビームを被加工物に照射する照射光学系とを備えることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】 前記マスクには、少なくとも1つ以上の略矩形の透過部または略矩形の遮光部を有する回折格子状のパターンが形成されていることを特徴とする請求項1に記載のレーザ加工装置。

【請求項3】 前記把持手段は、前記複数のマスクの透過部または遮光部が相互に平行になるようにするとともに、その一部を相互に重ね合わせた状態で前記マスクを把持することを特徴とする請求項2に記載のレーザ加工装置。

【請求項4】 前記マスクの少なくとも1つを、その遮光部または透過部の長辺方向に対して垂直な方向に移動させる移動手段を更に備え、

前記移動手段は、前記マスクの透過部が相互に重なり合って形成される透過領域の短辺方向の幅が所定の長さとなるように、前記把持手段を移動させることを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項5】 前記移動手段と前記レーザ光源を制御する制御手段を更に備え、

前記制御手段は、前記レーザ光源からレーザビームを照射させると共に、前記移動手段を所定の速度で移動させることを特徴とする請求項4に記載のレーザ加工装置。

【請求項6】 前記マスクは、少なくとも1つ以上の略矩形の透過部または略矩形の遮光部を有する回折格子状のパターンがそれぞれ形成された2枚のマスクにより構成され、

前記制御手段は、前記レーザ光源からレーザビームを照射させると共に、前記2枚のマスクの内の1枚を、前記移動手段により所定の速度で移動させることを特徴とする請求項5に記載のレーザ加工装置。

【請求項7】 前記マスクは、少なくとも1つ以上の略矩形の透過部または略矩形の遮光部を有する回折格子状のパターンがそれぞれ形成された2枚のマスクにより構成され、

前記制御手段は、前記レーザ光源からレーザビームを照射させると共に、前記移動手段により、前記2枚のマスクをそれぞれ反対方向に所定の速度で移動させることを特徴とする請求項5に記載のレーザ加工装置。

10

*【請求項8】 前記マスクは、透明部材上に少なくとも1つ以上の略矩形の遮光部が形成されており、前記把持手段は、前記遮光部が形成された面が相互に対向する状態で前記マスクを把持することを特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項9】 レーザビームを被加工物に照射し、加工を行うレーザ加工方法において、

波長が400nm以下のレーザビームを放出し、少なくとも2枚以上のマスクを前記レーザビームの光路中に挿入し、

前記マスクを透過した前記レーザビームを被加工物に照射することを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項10】 少なくとも2枚以上のマスクを介して照射された波長400nm以下のレーザビームにより形成されることを特徴とする回折格子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ加工装置、レーザ加工方法、および、回折格子に関し、特に400nm以下の波長のレーザビームを被加工物に照射して加工を行うレーザ加工装置、レーザ加工方法、および、回折格子に関する。

【0002】

【従来の技術】回折格子は、例えば、特公平6-35924乃至特公平6-35928に開示されているように、X線リソグラフィや光リソグラフィを用いたステッパにおいて、被加工物の位置を正確に検出する際にも使用される。

【0003】このような用途に用いられる回折格子は、高い分解能が必要であり、そのため、そのような回折格子を作成するには高い工作精度が必要となる。

【0004】ところで、いま、図11に示すように、格子のピッチがPであり、凹部の幅がSである回折格子100について考える。

【0005】このような回折格子に対して波長λの光が格子面の法線方向から入射された場合、入射光との間の角度がθ₁である±1次回折光、および、入射光との間の角度がθ₂乃至θ_nである、それぞれ、第±2乃至第±n (n≧1) 次回折光を生ずる。

【0006】このとき、回折格子のデューティ比をDとすると、Dは以下の式により表すことができる。

【0007】 $D = S / P \dots (1)$

【0008】このようなn次回折光の振幅A_nは、以下の式により表すことができる。なお、ここでA₀は入射光(回折0次光)の振幅値を示している。

【0009】

$$A_n = (A_0 / n\pi) \sin(n\pi D) = (A_0 / n\pi) \sin(n\pi \cdot S / P) \dots (2)$$

【0010】また、このときの回折光の強度I_nは以下 ※50※の式で表すことができる。

【0011】 $I_n = |A_n|^2 \dots (3)$

【0012】いま、式(2)において、 $A_0=1$ であるとした場合の各次数の回折光の強度(回折光比強度)とデューティー比Dとの関係を図12に示す。この図に示すように、回折次数により、回折光比強度のピークを生ずるデューティー比Dが異なる。例えば、1次回折光では、デューティー比Dが1/2の場合に回折光比強度が最大となる。また、第2次回折光では、デューティー比Dが1/4および3/4の場合に回折光比強度が最大となる。更に、第4次回折光では、デューティー比Dが1/8、3/8、5/8、および、7/8の場合に回折光比強度が最大となる。

【0013】従って、例えば、所望の次数の回折光の強度を大きくするためには、式(2)に基づき、最適なデューティー比Dを決定するようにすればよい。

【0014】図13は、従来の回折格子の作成方法の一例であるパターン転写法を示している。

【0015】この例では、片面にフォトレジスト103が塗布された基板100に対して、Cr(クロム)が遮光部として蒸着された透明マスク基板101を介して光ビームが照射される。その結果、露光された部分のフォトレジスト103は、光化学変化を生じるので、現像処理の結果、基板100から除去されることになる。続いて、露光された基板100をエッチング処理することにより、露光された部分がエッチング液により腐食され、図11に示すような回折格子を得る。

【0016】図14は、従来の回折格子の作成方法の他の一例を示している。

【0017】この例は、ルーリングエンジンによる加工処理を示している。この図に示すように、被加工対象物100は、所定の刃幅を有するカッター110により1格子分ずつ切削される。

【0018】以上の例では、矩形形状を有する回折格子の作成方法について述べたが、例えば、図15に示すように、水平面に対して角度 α (以下、ブレース角という)だけ傾いた傾斜断面を有するブレースド格子を作成する場合にも、前述のルーリングエンジンを使用することが可能である。

【0019】なお、このようなブレースド格子では、 $\pm n$ 次回折光に加えて、傾斜断面のブレース角 α に応じた方向に反射光を生ずる。このようなブレースド格子は、例えば分光器等に使用されている。

【0020】図16は、ブレースド格子の他の作成方法の一例を示している。

【0021】この例は、イオンエッチングによる回折格子の作成方法である。図16(A)に示す、フォトレジスト130が塗布された基板100は、図16(B)に示すように、レーザ光線によるフォログラフィック露光がなされた後、現像される。

【0022】そして、図16(C)に示すように、所定

の方向からイオンが照射され、イオンエッチングが施される。そして、得られた基板100をマスクとして、雌型を作成し、この雌型を元に複数のレプリカとしてのブレースド格子を得ることができる。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば、図14および図15に示すルーリングエンジンによる作成方法では、図15に示すように、格子の一部にバリなどが発生し、その結果、意図せぬ方向に光が反射される迷光が発生するという課題があった。

【0024】また、回折格子のデューティー比を変更しようとする場合、凹部の最小幅は、カッター110の幅により規定されるため、所望のデューティー比を得るためには専用のカッター110を作成する必要がある。従って、デューティー比を簡単に変更することができないという課題もあった。

【0025】更に、ルーリングエンジンを使用してブレースド格子を作成する場合、傾斜断面のブレース角 α を正確に設定することが困難であるという課題もあった。

【0026】また、図13に示すパターン転写による加工方法では、デューティー比を変更する度にマスクを作成し直す必要があるという課題があった。

【0027】更に、図16に示すイオンエッチングによる作成方法では、傾斜断面の直線性を充分確保できないため、回折格子の分解能を余り高くできないという課題があった。

【0028】本発明は、以上のような状況に鑑みてなされたものであり、例えば、デューティー比の異なる回折格子や、傾斜断面を有するブレースド格子等を、高精度でしかも簡単に作成することを可能とするものである。

【0029】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載のレーザ加工装置は、波長が400nm以下のレーザビームを放出するレーザ光源と、少なくとも2枚以上のマスクをレーザビームの光路中に挿入した状態で把持する把持手段と、マスクを透過したレーザビームを被加工物に照射する照射光学系とを備えることを特徴とする。

【0030】請求項9に記載のレーザ加工方法は、波長が400nm以下のレーザビームを放出し、少なくとも2枚以上のマスクをレーザビームの光路中に挿入し、マスクを透過したレーザビームを被加工物に照射することを特徴とする。

【0031】請求項10に記載の回折格子は、少なくとも2枚以上のマスクを介して照射された波長400nm以下のレーザビームにより形成されることを特徴とする。

【0032】

【発明の実施の形態】図1は、本発明のレーザ加工装置の一実施の形態の構成例を示す図である。

【0033】レーザ加工装置は、所望のビーム形状を有

するレーザを発生するための照明光学系（紫外線加工光源1、ビーム整形光学系2、ビーム平坦化光学系3、および、集光レンズ4により構成されている）、所定のパターンを被加工物9上に投影する投影光学系（マスク5、マスク駆動機構6、および、投影レンズ7により構成されている）、複数の折り曲げミラー12a乃至12c、照明光学系および投影光学系を保持する架台8、被加工物9を所定の位置に移動させるステージ10、架台8およびステージ10が載置されている定盤11、および、装置全体を制御する制御部20により構成されている。

【0034】紫外線加工光源1は、制御部20により制御され、248nmの波長を有するKrFエキシマレーザ、または、266nmの波長を有するYAGレーザの4倍高調波などを間欠的に（パルス状に）射出するようになされている。なお、レーザビームの波長は被加工物9の材質等に応じて適宜選択する。

【0035】ビーム整形光学系2は、シリンドリカルレンズ（Cylindrical Lens）、ビームエキスパンダ（Beam Expander）等により構成されており、紫外線加工光源1から射出されたレーザのビーム形状を整形するようになされている。

【0036】例えば、紫外線加工光源1がエキシマレーザ光源の場合、ビーム整形光学系2は、射出された長方形の断面形状を有するビームを、正方形に整形するようになされている。また、YAGレーザ光源である場合には、射出されるビームの形状は楕円であるので、ビーム整形光学系2は、これを円形に整形する。なお、紫外線加工光源1が射出するビームが円形形状である場合には、ビーム整形光学系2を特に設ける必要はない。

【0037】ビーム平坦化光学系3は、フライアイレンズ（Fly-eye Lens）等により構成されており、ビーム強度を均一化するとともに、光パワーを制御するようになされている。

【0038】集光レンズ4は、レーザビームをマスク5の所定の位置に集光するようになされている。

【0039】マスク5（5aおよび5b）は、図2に示すような構成とされている。即ち、レーザビームを遮光する素材よりなる平板に、幅 $P/2$ のスリットがピッチ P で（デューティー比が $1/2$ となるように）複数形成されており、このスリット部分が透過部とされている。

【0040】また、マスク駆動機構6は、図3に示すような構成とされている。

【0041】即ち、2枚のマスク5a、5bは、それぞれの透過部（スリット）が相互に平行となる状態（図5（A）参照）で、マスク保持部材13a、13b上に固定部材19a、19bによりそれぞれ固定されている。マスク保持部材13a、13bは、X軸駆動機構14a、14b上の可動テーブル15a、15bにそれぞれ搭載されている。

【0042】X軸駆動機構14a、14bは、右ネジと左ネジがそれぞれ形成されている送りネジ17に嵌合されている。送りネジ17は、モータ16により回転されるので、X軸駆動機構14a、14bはXガイドレール18a、18bに沿って左右対称にX方向にそれぞれ移送される。なお、モータ16は、後述する制御部20により回転方向と回転速度が制御されている。

【0043】図4は、図3に示すマスク駆動機構6の右側のマスク5bを保持する部分の断面図を示している。この図に示すように、マスク5bは、マスク保持部材13b上に固定部材19bにより固定されている。この固定部材19bは、脱着可能とされているので、マスク5bを交換することも可能である。なお、左側のマスク5aを保持する部分の構成も、図4に示す場合と同様とされている。

【0044】図1に戻って、投影レンズ7は、マスク5a、5bを透過したレーザビームを、ステージ10に載置されている被加工物9上の所定の領域に、等倍または縮小して照射するようになされている。

【0045】ステージ10は、制御部20により制御され、水平平面上を移動したり、図示せぬ軸を中心として水平平面上で回転することが可能とされている。また、ステージ10は垂直方向に移動することも可能である。

【0046】被加工物9は、ステージ10上に載置される。ステージ10は、被加工物9の加工しようとする領域が投影レンズ7の直下に位置するように水平方向に移動するとともに、投影レンズ7の焦点が被加工物9上に合焦されるように垂直方向に移動する。

【0047】制御部20は、紫外線加工光源1、マスク駆動機構6、および、ステージ10を制御するようになされている。

【0048】なお、折り曲げミラー12a乃至12cは、レーザビームの進行方向を所望の方向に折り曲げるようになされている。

【0049】次に、以上の実施の形態の動作について、図5を参照して説明する。

【0050】マスク5a、5bがマスク駆動機構6にセットされると、制御部20は、作成しようとする回折格子のデューティー比 D に応じて、モータ16を駆動し、2枚のマスク5a、5bの透過部分が相互に重畳されて形成される光透過部分が所定の幅となるように調節する。

【0051】なお、このとき、2枚のマスク5a、5bのそれぞれの透過部が平行となるように、例えば、顕微鏡などを用いてマスク5a、5bの取り付け方向の微調節がなされる。

【0052】図5（A）に示すように、2枚のマスク5a、5bの透過部分が完全に重なり合った場合は、デューティー比が $1/2$ となる。また、図5（B）に示すように、透過部分がその幅の $1/2$ だけずれた状態で重な

り合った場合には、デューティー比が $1/4$ となる。

【0053】マスク駆動機構6の設定が終了すると、ステージ10上に被加工物9が載置される。このとき、制御部20は、被加工物9の加工しようとする領域が投影レンズ7の直下に来るように、ステージ10を水平平面上で移動させるとともに、必要に応じて図示せぬ軸を中心として回転させる。

【0054】ステージ10の水平面内での移動が終了すると、続いて、投影レンズ7の焦点距離を更正するため、ステージ10が垂直方向に適宜移動される。

【0055】焦点距離の更正が終了すると、制御部20は、紫外線加工光源1に紫外線レーザを射出させる。射出されたレーザビームは、折り曲げミラー12aを介してビーム整形光学系2に入射される。ビーム整形光学系2は、ビームを所定の形状に整形した後、折り曲げミラー12bを介してビーム平坦化光学系3に入射する。

【0056】ビーム平坦化光学系3は、入射されたレーザビームのパワーを調節するとともに、ビームの面内強度分布を均一化し、折り曲げミラー12cを介して、集光レンズ4に入射する。

【0057】集光レンズ4は、入射されたレーザビームをマスク5a、5bの所定の領域に集光する。マスク5a、5bは、前述のように透過部が所定幅だけ相互に重畳されて光透過部分を形成しており、入射されたレーザビームは、この光透過部分を透過して投影レンズ7に入射される。

【0058】投影レンズ7は、入射されたレーザビームを等倍または縮小して被加工物9の所定の領域に投影する。

【0059】被加工物9のレーザビームが照射された領域は、光アブレーションを生じることになる。即ち、レーザビームが照射されると、被加工物9を構成している分子の結合が光化学反応により一瞬の内に分断され、分断された分子が周囲に飛散する。光アブレーションによる加工（穿孔）の深度は、照射されたレーザビームの照射量にほぼ比例するので、被加工物9の表面は、レーザビームの照射量に応じた深度で穿孔されることになる。

【0060】図5は、マスク5a、5bの状態と、加工後の被加工物9の関係を示している。

【0061】図5(A)に示すように、マスク5a、5bの透過部が完全に重畳するように設定されている場合は、その右側に示すように、デューティー比 $1/2$ ($=S/P$)の回折格子が被加工物9上に形成されることになる。なお、このときの加工深度はdである。

【0062】また、図5(B)に示すように、マスク5a、5bの透過部がその幅の $1/2$ だけずれて相互に重畳されている場合には、その右側に示すように、デューティー比が $1/4$ ($=S/P$)の回折格子が被加工物9上に形成されることになる。

【0063】なお、回折格子の深さdは、前述のよう

に、照射するレーザビームの照射量を適宜制御することにより変更することが可能である。例えば、レーザビームの強度が一定である場合には、ビームの照射時間を調節することによりdを変更することが可能である。

【0064】以上の実施の形態によれば、所望のデューティー比を有する回折格子を簡単に作成することが可能となる。また、光アブレーションによる加工は、加工跡が非常に滑らかであるので、分解能の高い回折格子を簡単に作成することが可能となる。

10 【0065】次に、本実施例の他の動作の一例を図6を参照して説明する。

【0066】前述の動作においては、レーザビームの照射中は、マスク5a、5bは所定の位置に固定されていたが、図6に示すように所定の速度でマスク5a、5bを移動させることも可能である。

【0067】即ち、前述の場合と同様に、被加工物9がステージ10上載置され、マスク5a、5bが図6

(A)の左側に示す状態（透過部が完全に重なった状態）に調節された後、所定の位置にステージ10が移動され、加工処理が開始される。

【0068】マスク5a、5bが図6(B)の左側に示す状態（初期状態）である場合に、紫外線加工光源1よりレーザビームの第1乃至第n番目のパルスが照射されると、光アブレーションが生じ、図6(B)の右側に示すように、深度dだけ被加工物9が穿孔される。なお、この図は、マスク5a、5bの複数の透過部のうちの1つを透過したレーザビームにより穿孔される被加工物9の一部を示している。

【0069】図6(C)の左側の図は、マスク5a、5bがそれぞれ距離xだけ内側に移動された状態を示しており、この状態においてレーザビームが照射されると、図6(B)において形成された穿孔部分よりも距離xだけ内側の領域が深度dだけ新たに穿孔されることになる。なお、光アブレーションによる加工の場合、前述のように、光ビームの照射量と被加工物9の加工深さの間には、ほぼ比例の関係があるので、光ビームの照射量（この実施の形態ではパルス数）により加工深さを制御することができる。

【0070】同様にして、図6(D)の左側の図は、マスク5a、5bが図6(C)に示す状態から距離xだけ内側に移動された状態（図6(B)に示す状態から距離2xだけ内側に移動された状態）を示している。この状態において、レーザビームが照射されると、その右側に示すように、図6(C)において穿孔された領域より距離xだけ内側の領域が深度dだけ新たに穿孔される。その結果、トータルの深度（被加工物9の表面からの深度）は3dとなる。

【0071】図6(E)では、マスク5a、5bが、距離xだけ更に内側に移動され、その結果、被加工物9の図6(D)に示す領域よりも更に内側の領域が穿孔され

る。また、図6(F)でも同様の加工処理が実行され、最終的に図6(G)の右側に示すように、被加工物9の表面にステップ状のV字溝が形成されることになる。

【0072】なお、以上の実施の形態においては、説明を簡単にするためにステップ状の加工を行うようにしたが、レーザビームの強度とマスク5a、5bの移動速度を適当に制御することにより、図7に示すように、段差のない滑らかな左右対称直線傾斜断面を有するブレード格子を作成することも可能である。

【0073】ここで、図6に示すブレード格子の光学特性について簡単に説明する。この回折格子は、水平方向に対してブレード角 α だけ傾いた左右等傾角傾斜面を有している。いま、格子面の法線方向から波長 λ の光が入射されると、次式で示される角度 $\pm\theta$ 方向に $\pm n$ 次の回折光が発生する。なお、ここでPは回折格子のピッチを表している。

$$【0074】n \cdot \lambda = P \cdot \sin \theta \quad \cdots (4)$$

【0075】また、各傾斜面は反射面としても機能するため、所望の次数の回折光が生ずる角度と、反射光の角度を一致させることにより、特定の角度 $\pm\theta$ 方向の回折(反射)光のみを強調して取り出すことが可能である。即ち、以下の式を満足するように斜面のブレード角 α を設定する。

$$【0076】\theta = 2 \cdot \alpha \quad \cdots (5)$$

【0077】図1に示す実施の形態において、このような斜面のブレード角 α を設定するためには、制御部20により、レーザビームの強度(またはビームのパルス数)とマスク5a、5bの移動速度を適当に制御すればよい。

【0078】図8は、マスク駆動機構6の他の構成の一例を示す図である。

【0079】この図において、図3における場合と同一の部分には同一の符号が付してあるのでその説明は省略する。

【0080】この実施の形態では、図中右側のマスク5bのみが可動とされている。即ち、マスク5bが固定されている可動テーブル15bは、右または左ネジが切られている送りネジ22に嵌合されているX軸駆動機構14bにより、Xガイドレール30a、30bに沿って移動可能とされている。なお、その他の構成は、図3における場合と同様とされている。

【0081】以上のようなマスク駆動機構6を用いて加工を行うと、図9に示すような片側のみに傾斜面を持つブレード格子を得ることができる。なお、このようなブレード回折格子では、+方向(図の右方向)のみに反射光を生ずることになるが、基本的には、式(4)および式(5)によりその光学特性を決定することが可能である。

【0082】図10は、マスク5a、5bの他の構成例を示している。以上の実施の形態においては、マスク5

a、5bは、スリット状の透過部が形成された遮光部材により構成されているが、例えば、この図に示すように、透明部材40の片面に、Cr(クロム)などの金属薄膜を蒸着して遮光部41を形成するようにしてもよい。

【0083】その場合、図10に示すように、遮光部41が形成されている面が対向する状態でマスク5a、5bをマスク保持部材13a、13bに固定するようにすれば、加工時のレーザビームの回折に起因する加工精度の低下を防止することができる。

【0084】即ち、2枚のマスク5a、5bのそれぞれの遮光部41のギャップgが大きくなると、レーザビームの回折が生じ、その結果、被加工物9上に投影されるパターンのエッジ部分にボケを生じて加工精度が低下する。そこで、ギャップgを小さくするために、遮光部41が形成されている面が対向する方向でマスク5a、5bをマスク保持部材13a、13bに固定する。

【0085】なお、マスク駆動機構6によりマスク5a、5bの相対的な位置を調節する際には、相互の摩擦により遮光部41が剥離する恐れがあるので、ギャップgを所定の値だけ確保し、マスク5a、5bが静止している場合には、ギャップgを0にする(2枚のマスク5a、5bを接触させる)ようにしてもよい。

【0086】このような構成によれば、更にシャープな投影パターンを得ることができるので、加工精度を一層向上させることが可能となる。

【0087】以上の実施の形態では、レーザビーム照射中にマスク5a、5bを等速度で移動させるようにしたが、例えば、速度を変変とすることも可能である。そのような構成によれば、例えば、正弦波などのように直線的でない形状を有する回折格子を作成することも可能となる。

【0088】また、以上の実施の形態では、1つのモータ16により、送りネジ16または送りネジ22を回転するようにしたが、例えば、2つのモータにより、異なる2つの送りネジを回転するようにしてもよい。その場合、2枚のマスク5a、5bを独立に移動させることが可能となるので、更に複雑な加工処理が可能となる。

【0089】更に、被加工物9が、高分子化合物(ポリイミド、ポリサルフォン等)、セラミックス、ガラス、または、金属等である場合でも同様の加工処理が可能である。従って、以上の実施の形態では、遮光性の素材の表面に回折格子を形成するようにしたが、例えば、透過性の素材(例えば、ガラス)を用いて透過型の回折格子を形成することも可能である。

【0090】更にまた、アブレーション加工を行う際には、被加工物9からの飛散物が周囲の壁面に付着する恐れがあるが、適当なアシストガス(ヘリウムや窒素ガス等)を被加工物9の周辺に充填させておくことにより、そのような事態の発生を軽減することが可能となる。

【0091】なお、以上の実施例では、パルス発振型の紫外線レーザー光源を使用した。本発明はこのような場合にのみ限定されるものではなく、例えば、紫外線以外の波長のレーザー光源や、CW (Continuous Wave) 型のレーザー光源を用いてもよいことは勿論である。要は、被加工物9が光アブレーションを生ずるようなレーザー光源であればよい。

【0092】

【発明の効果】請求項1に記載のレーザー加工装置および請求項9に記載のレーザー加工方法によれば、波長が400nm以下のレーザービームを放出し、少なくとも2枚以上のマスクをレーザービームの光路中に挿入し、マスクを透過したレーザービームを被加工物に照射するようにしたので、光アブレーションにより高精度の回折格子を簡単に作成することが可能となる。また、同一の装置により、様々な回折格子を作成することも可能となる。

【0093】請求項10に記載の回折格子によれば、少なくとも2枚以上のマスクを介して照射された波長400nm以下のレーザービームにより形成するようにしたので、高い分光光学特性を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザー加工装置の一実施の形態の構成例を示す図である。

【図2】図1に示すマスクの構成の一例を示す図である。

【図3】図1に示すマスク駆動機構の構成の一例を示す図である。

【図4】図3に示すマスクとマスク保持部材の断面を示す図である。

【図5】図1のレーザー加工装置における加工処理の一例を示す図である。

【図6】図1のレーザー加工装置における加工処理の他の一例を示す図である。

【図7】図6に示す加工処理の結果作成されるブレード格子の一例を示す図である。

【図8】図1に示すマスク駆動機構の他の構成の一例を示す図である。

【図9】図8に示すマスク駆動機構により作成されるブレード格子の一例を示す図である。

【図10】マスクの取り付け方向を示す図である。

【図11】回折格子と回折光との関係を説明する図である。

【図12】図11に示す回折格子のデューティー比と回折光強度との関係を示す図である。

【図13】パターン転写による従来の回折格子の作成方法の一例を示す図である。

【図14】ルーリングエンジンによる従来の回折格子の作成方法の一例を示す図である。

【図15】ルーリングエンジンによる従来のブレード格子の作成方法の一例を示す図である。

【図16】イオンエッチングによる従来のブレード格子の作成方法の一例を示す図である。

20 【符号の説明】

1 紫外線加工光源

5a, 5b マスク

6 マスク駆動機構

7 投影レンズ

9 被加工物

10 ステージ

13a, b マスク保持部材 (把持手段)

14a, b X軸駆動機構

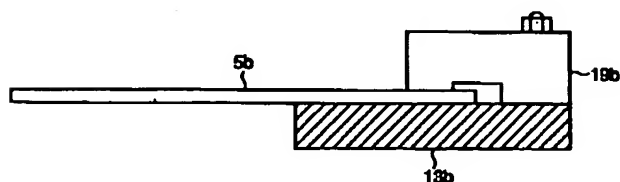
16 モータ (移動手段)

17 送りネジ (移動手段)

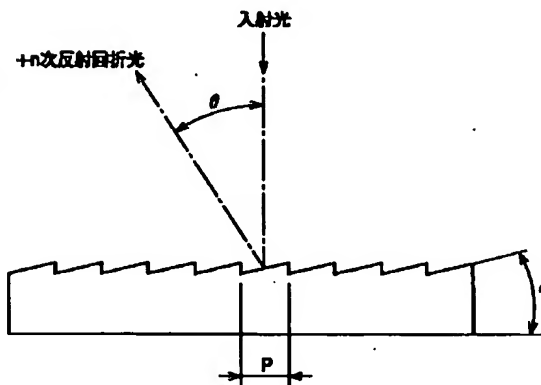
19a, b 固定部材 (把持手段)

20 制御部 (制御手段)

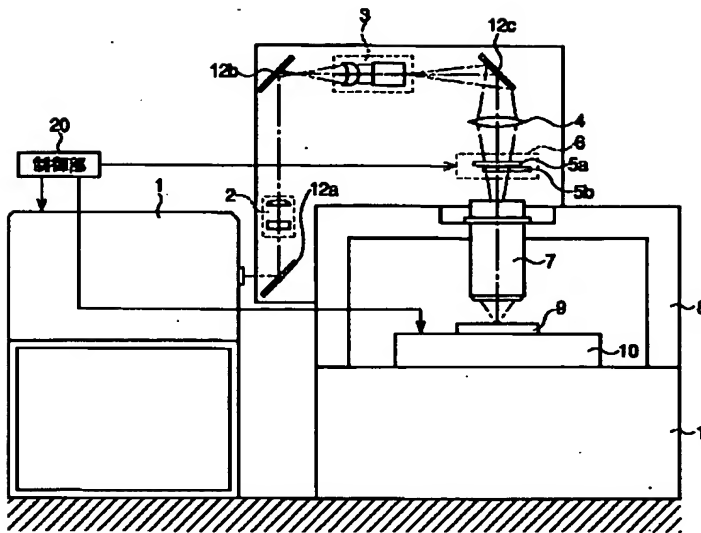
【図4】



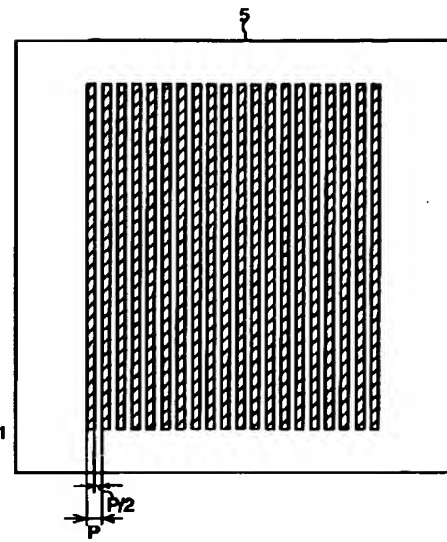
【図9】



【図1】

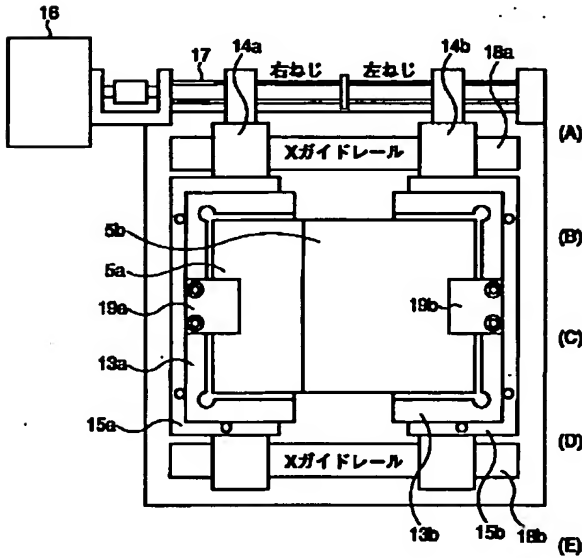


【図2】



斜線部はヌケパターン

【図3】



【図6】

(A) 初期状態: 露光前



(B) 初期状態: 初期露光



(C)



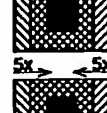
(D)



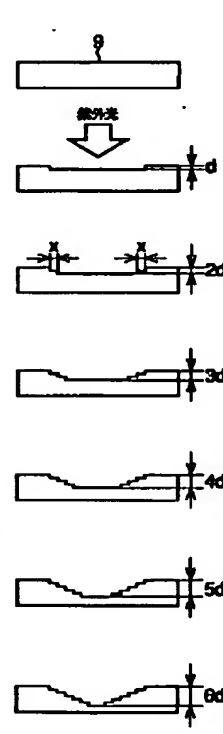
(E)



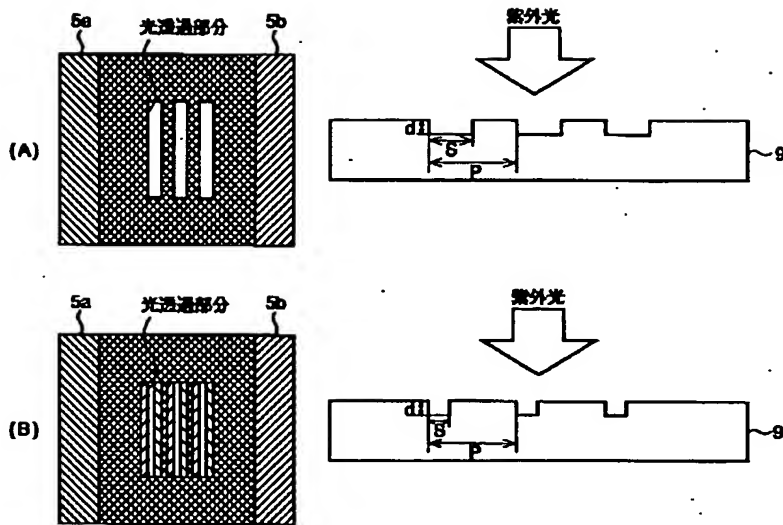
(F)



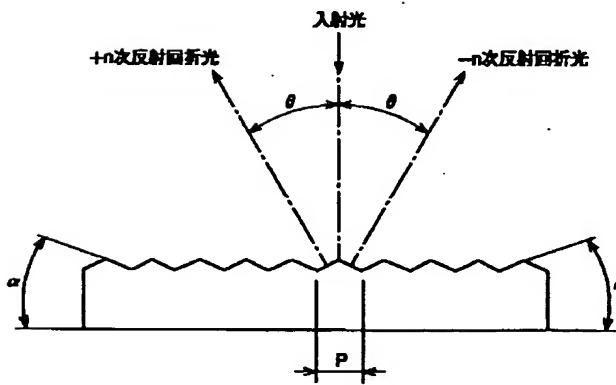
(G)



【図5】



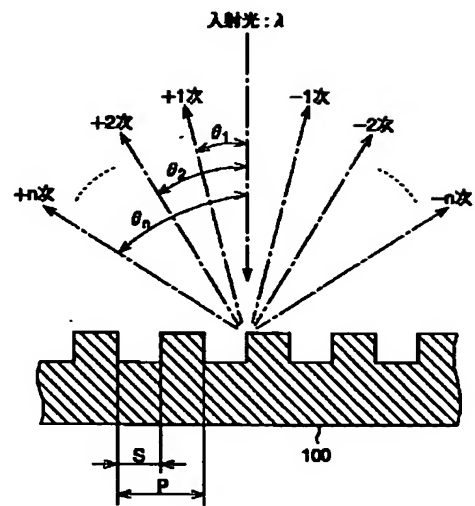
【図7】



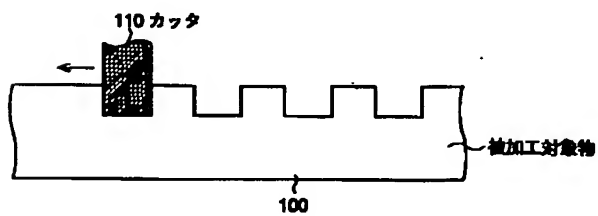
【図10】



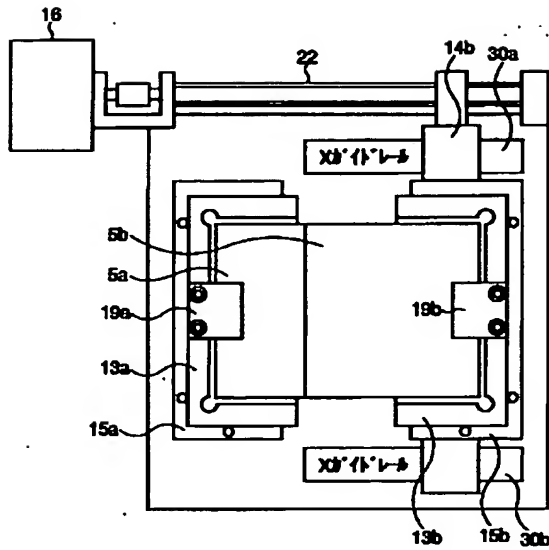
【図11】



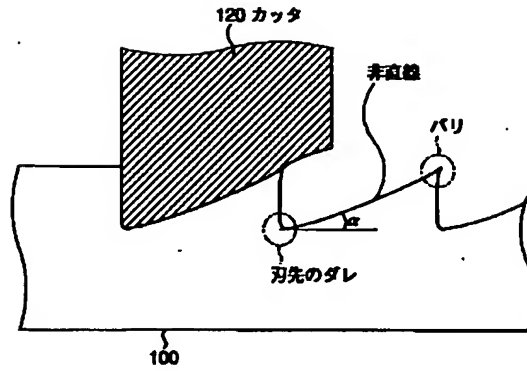
【図14】



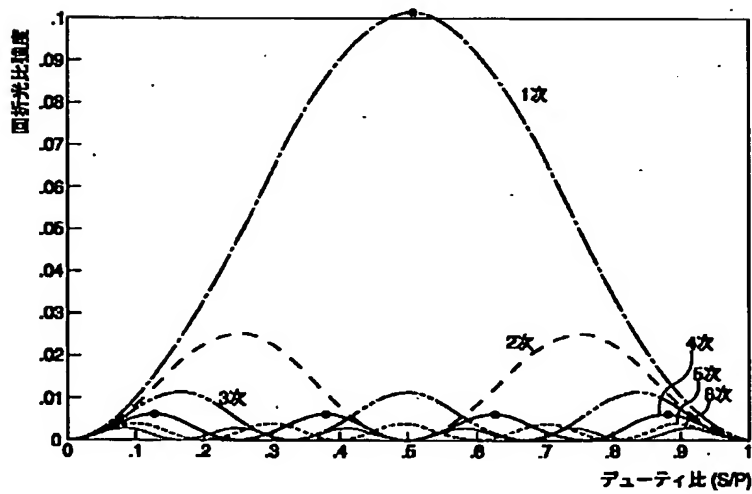
【図8】



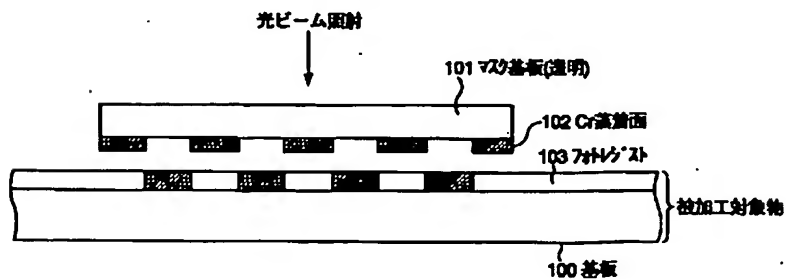
【図15】



【図12】



【図13】



【図16】

